

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3536921 C2

3

⑤ Int. Cl. 4:
G 10 H 3/18
H 04 R 1/46

⑳ Aktenzeichen: P 35 36 921.3-51
㉑ Anmeldetag: 17. 10. 85
㉒ Offenlegungstag: 23. 4. 87
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 2. 89

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:
SHADOW JM Elektroakustik GmbH & Co KG, 8520
Erlangen, DE

㉕ Vertreter:
Buchau, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8520 Erlangen

㉖ Erfinder:
Marinic, Josip, 8520 Erlangen, DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 31 00 326 C2
DE-PS 9 31 689
DE 32 27 377 A1
DE 30 08 391 A1

㉘ Piezoelektrischer Tonabnehmer für Musikinstrumente, insbesondere für Saiteninstrumente

DE 3536921 C2

DE 3536921 C2

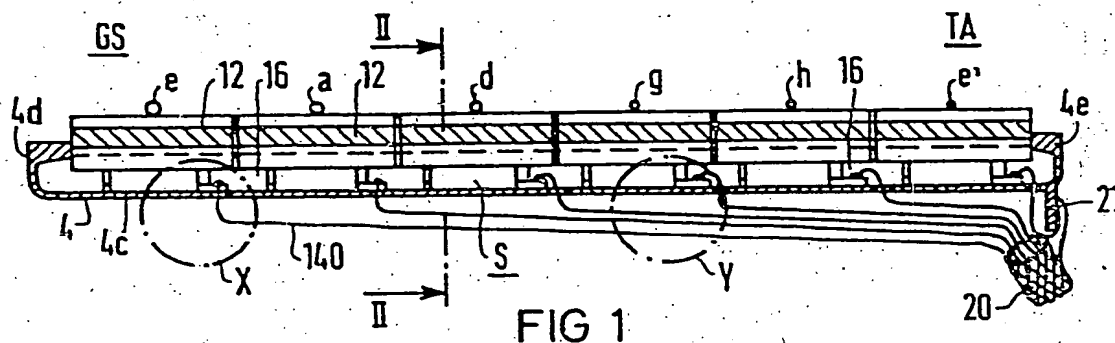


FIG 1

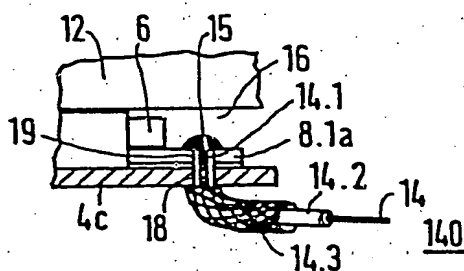


FIG 3
 Einzelheit „X“

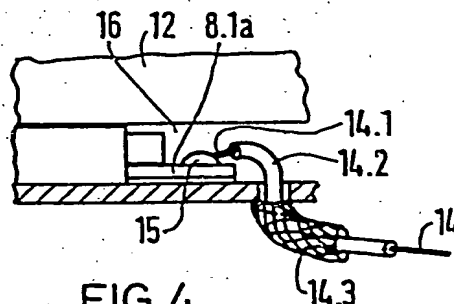


FIG 4
 Einzelheit „Y“

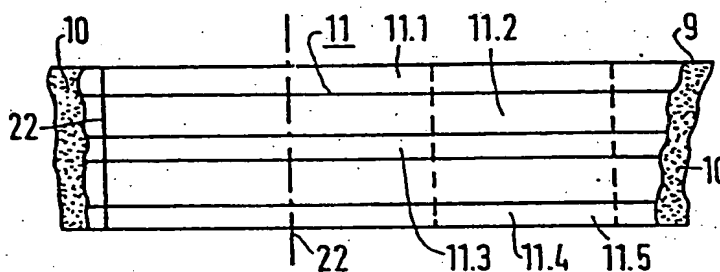


FIG 5

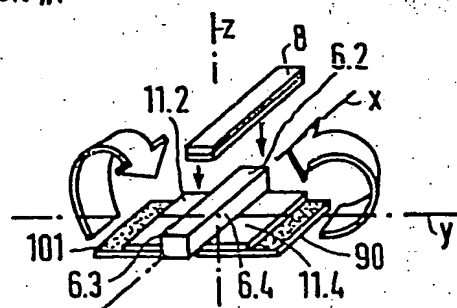


FIG 6

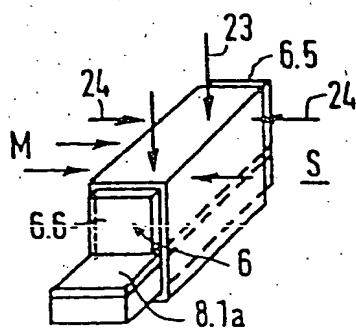


FIG 7

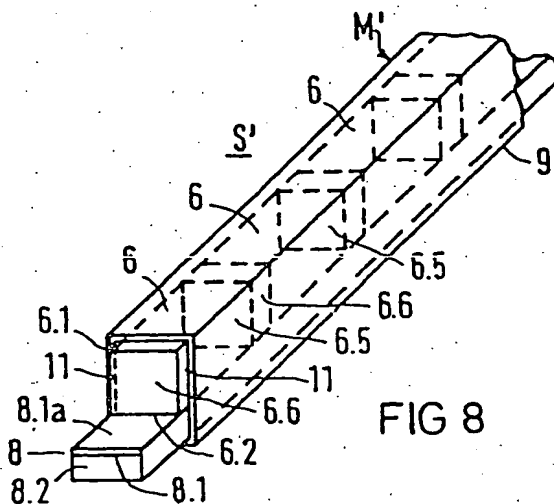
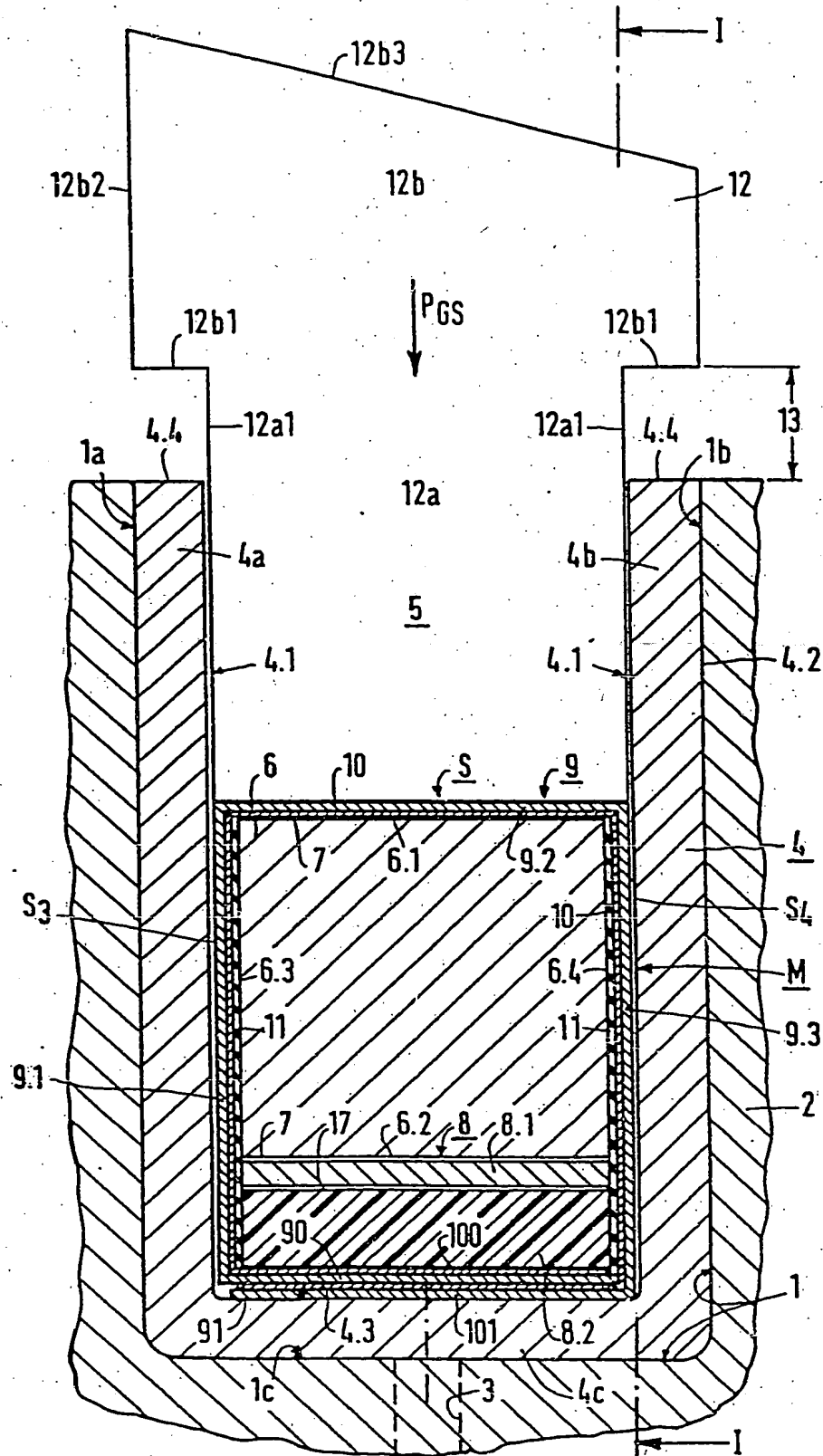


FIG 8



BEST AVAILABLE COPY

Patentansprüche

1. Piezoelektrischer Tonabnehmer für Musikinstrumente, insbesondere für Saiteninstrumente,

— mit einem nach Art einer Stegeinlage quer zu den Saiten und unterhalb derselben angeordneten metallischen Brückenteil von etwa U-förmigem Querschnitt, das mit seinem Innenraum ein Gehäuse für mindestens einen piezoelektrischen Sensor bildet,

— mit dem erwähnten piezoelektrischen Sensor, der im Innenraum des Brückenteils zwischen einer bodenseitigen Basisfläche desselben und einem zugehörigen deckseitigen Druckstück gelagert ist, der an einer Grundfläche und an einer gegenüberliegenden Deckfläche seines prismatischen Piezokörpers unter Bildung von Kontaktflächen metallisiert und an diesen Kontaktflächen mit je einer Masse- und Gegenpolarität elektrischer Verbindungsleitungen kontaktiert ist, welche letztere zu einer elektrischen bzw. elektronischen Signalverarbeitungsstufe geführt sind,

— und mit dem erwähnten Druckstück, welches dem Druck der Saitenspannung ausgesetzt ist, am Brückenteil in Saitendruckrichtung geführt gelagert ist und die Saitenschwingungen auf den wenigstens einen piezoelektrischen Sensor kraftschlüssig überträgt,

dadurch gekennzeichnet,

a) daß die Mantelflächen (6.1, 6.2, 6.3, 6.4) des prismatischen Piezokörpers (6) mit einer Kontakt- und Abschirmfolie (9) aus elektrisch gut leitendem Material ummantelt sind,

b) daß die Folie (9) mit einer ersten Kontaktfläche (6.1) des Piezokörpers (6) als Masseelektrode direkt kontaktiert und mit einer blanken Unterseite (9.1) gegen die bodenseitige Basisfläche (4.3) des Brückenteils (4) kontaktgebend gedrückt ist,

c) daß die Folie (9) von der die Gegenpolarität bildenden zweiten Kontaktfläche (6.2) des Piezokörpers (6) und von dessen piezoelektrisch neutralen Seitenflanken (6.3, 6.4) isoliert ist,

d) daß die zweite Kontaktfläche (6.2) mit dem aus gut leitendem Metall bestehenden Elektrodenstreifen (8.1) einer Platine (8) direkt kontaktiert ist, wobei der Elektrodenstreifen (8.1) auf einer Isolierstoffträgerleiste (8.2) der Platine (8) appliziert ist und ein über den Piezokörper (6) hinausragendes Stück (8.1a) der Platine als Anschlußelektrode für eine Signalleitung (14) der Gegenpolarität dient und wobei das Druckstück (12) den nicht vom Piezokörper (6) ausgefüllten Anschlußraum (16) der Anschlußelektrode überdacht und den bzw. einen benachbarten Piezokörper mit dessen Druckstück auf Abstand hält,

e) und daß mittels der Folie (9) auch die mit ihrem Elektrodenstreifen (8.1) gegen die zweite Kontaktfläche (6.2) gedrückte Platine (8) ummantelt ist, wobei zwischen den Seitenflanken (6.3, 6.4) des Piezokörpers (6) und der Platine (8) einerseits und der anliegenden Innenseite der Folie andererseits jeweils Isolierstoffschichten (11) eingefügt sind.

2. Tonabnehmer nach Anspruch 1, mit einer Mehrzahl von piezoelektrischen Sensoren, welche mit

ihren Druckstücken im Brückenteil untergebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß jeder einzelne Piezokörper (6) der Sensoren (5) mit zugehöriger Platine (8) und zugehöriger Isolierstoffschichten (11) von je einer separaten Folie (9) ummantelt ist und der Leiter der Gegenpolarität bzw. Plusleiter je einer separaten abgeschirmten Signalleitung (14) isoliert an die Anschlußelektrode (8.1a) der Platine (8) herangeführt und dort angeschlossen ist.

3. Tonabnehmer nach Anspruch 1, mit einer Mehrzahl von piezoelektrischen Sensoren, welche mit ihren Druckstücken im Brückenteil untergebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Piezokörper (6) — in der Längsachse des Innenraumes des Brückenteils (4) gesehen — mit ihren Stirnflächen zueinander beabstandet und mit ihren Mantelflächen in Flucht zueinander angeordnet und ihre Mantelflächen (6.1, ..., 6.4) von einer gemeinsamen Kontakt- und Abschirmfolie (9) ummantelt sind und daß die ersten Kontaktflächen (6.1) der Piezokörper (6) von einer ersten allen Piezokörpern gemeinsamen inneren Streifenfläche der Kontakt- und Abschirmfolie (9) kontaktiert sind und die zweiten Kontaktflächen (6.2) der Piezokörper (6) von einem durchgehenden Elektrodenstreifen (8.1) einer Platine (8) kontaktiert sind, welche mit ihrer Isolierstoffträgerleiste (8.2) und ihrem Elektrodenstreifen (8.1) allen Piezokörpern (6) gemeinsam ist, sich mit der Kontakt- und Abschirmfolie (9) im wesentlichen über die gesamte Länge der axialen Flucht der Piezokörper (6) erstreckt und an wenigstens einem Ende mit einem Anschlußelektroden-Stück (8.1a) aus der Ummantelung der Kontakt- und Abschirmfolie (9) hervorschaut, wobei sich die Isolierstoffschichten (11) zwischen den Seitenflanken des Piezokörpers (6) und der Platine (8) einerseits und der anliegenden Innenseite der Kontakt- und Abschirmfolie (9) andererseits durchgehend im wesentlichen über die gesamte Länge der axialen Flucht der Piezokörper (6) erstrecken.

4. Tonabnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als zweite Kontaktfläche (6.2) des bzw. der Piezokörper (6) deren Unterseite dient und daß der isolierte Leiter der Gegenpolarität der Signalleitung (14) durch Bohrungen (18) in der Bodenwand (40) des Brückenteils (4) von unten hindurch in den Anschlußraum geführt und mit einem blanken Anschlußende (14.1) an die Anschlußelektrode (8.1a) als Stützpunkt angeschlossen, insbesondere angelötet ist.

5. Tonabnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakt- und Abschirmfolie (9) eine Kupferfolie ist.

6. Tonabnehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakt- und Abschirmfolie (9) eine Trägerfolie ist, welche auf ihrer dem Piezokörper (6) zugewandten Innenseite mit einer elektrisch leitenden Klebschicht (10) versehen ist und die Klebschicht (10) im noch nicht verarbeiteten Zustand der Trägerfolie durch eine in Streifen (11.1, ..., 11.5) unterteilte isolierende Abziehfolie (11) kaschiert ist, wobei zur Bildung der die Seitenflanken des Piezokörpers (6) und der Platine (8) abdeckenden Isolierstoffschichten die entsprechenden Abziehfolienstreifen (11.2, 11.4) in ihrer Haftposition verbleiben, dagegen die mit der ersten Kontaktfläche (6.1) des Piezokörpers (6) zu kontaktierenden bzw. über die Platine zu faltenden strei-

fenförmigen Trägerfolienpartien durch Abziehen der entsprechenden Abziehfolienstreifen (11.3, 11.1, 11.5) freilegbar sind.

7. Tonabnehmer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die leitfähige Klebschicht (10) ein nicht aushärtender bzw. nicht ausgehärteter Kunstharzkleber mit eingelagerten Kupferpartikeln ist, wobei die Größe der Kupferpartikel im μm -Bereich liegt.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen piezoelektrischen Tonabnehmer für Musikinstrumente, insbesondere für Saiteninstrumente, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solcher Tonabnehmer ist durch die DE 31 00 326 C2 (1) und ferner durch die DE 32 27 377 A1 (2) bekannt. Die letztgenannte DE-OS entspricht dem DE-GM G 82 16 744.3 (3). Diese bekannten piezoelektrischen Tonabnehmer sind insbesondere für akustische Gitarren geeignet, indem die Stegeinlage einer normalen akustischen Gitarre gegen den piezoelektrischen Tonabnehmer mit seinem Brückenteil ausgetauscht wird, welches letzteres in seinen Abmessungen genau dem Kanalquerschnitt für die Stegeinlage entspricht, bzw. eine entsprechende Abstimmung der Abmessungen kann nachträglich auf einfache Weise durchgeführt werden. Der piezoelektrische Tonabnehmer kann auch zusammen mit seinem Magnettonabnehmer entweder bei einer akustischen Gitarre oder aber bei einer Elektrogitarre (auch: Solid-Body-Gitarre) verwendet werden, wodurch die Variationsmöglichkeiten dieser beiden Gitarrenarten gesteigert werden können, weil die Gitarre entweder nur mit dem Magnettonabnehmer, dem piezoelektrischen Tonabnehmer oder aber beiden Tonabnehmern zugleich betrieben werden kann.

Die bekannten piezoelektrischen Tonabnehmer nach (1) bis (3) haben sich in der Praxis sehr bewährt; der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das diesen bekannten piezoelektrischen Tonabnehmern zugrundeliegende Bauprinzip weiter zu entwickeln in der Richtung, daß die Baugröße des Tonabnehmers noch weiter reduziert werden kann; insbesondere soll eine wesentlich schlankere Bauform zum Einpassen in sehr schmale Aufnahme Kanäle für Stegeinlagen erreicht werden. Ein besonderes Problem bei dieser angestrebten Verringerung der Baugröße stellt die zuverlässige Abschirmung dar und — wenn mehrere piezoelektrische Sensoren eng benachbart zueinander im Brückenteil angeordnet sind — die Übersprechdämpfung. Mit anderen Worten: Die Schwingung einer bestimmten Seite soll sich möglichst nur dem ihr zugeordneten piezoelektrischen Sensor mitteilen und nicht den benachbarten. Von erheblicher Bedeutung sind Abschirmwirkung und Übersprechdämpfung dann, wenn man mit einem Saiteninstrument im allgemeinen und einer Gitarre im besonderen die elektronische Baueinheit eines MIDI (Musical Instrument Digital Interface) ansteuern will. Dieses MIDI dient zur Signalverarbeitung und zum Ansteuern sogenannter Synthesizer, mit denen die Klänge bestimmter Instrumente, z. B. Orgel, Klarinette, Trompete oder dergleichen, nachgebildet werden können. Dabei führt das MIDI eine Frequenzanalyse durch, und wesentlich ist, daß ihm ein ausreichend großes störungs- und rauscharmes Eingangssignal von dem Tonabnehmer zugeführt wird. Von besonderem Vorteil wäre es, wenn dies mit einem piezoelektrischen Tonabnehmer

erreicht werden könnte, weil dieser unabhängig davon ist, ob nun Metallsaiten oder Saiten aus Polyamid (Warenzeichen Nylon) verwendet werden, wogegen der Magnettonabnehmer nur im Falle von Metallsaiten einsetzbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den gattungsgemäßen piezoelektrischen Tonabnehmer so auszubilden, daß er eine in seiner Baugröße reduzierte, insbesondere eine schlankere, Bauform aufweist und dabei trotzdem hinsichtlich Abschirmwirkung, in bezug auf Störfelder sowie hinsichtlich seiner Übersprechdämpfung, überlegene Eigenschaften aufweist, welche die Möglichkeit eröffnen, mit diesem Tonabnehmer zusammen mit dem zugehörigen Musikinstrument ein sogenanntes MIDI anzusteuern.

Insbesondere soll der neue piezoelektrische Tonabnehmer für Saiteninstrumente mit unterhalb der Saiten befindlichen Stegen und Stegeinlagen geeignet sein, und hier insbesondere für Gitarren, d. h. vorzugsweise akustische Gitarren, jedoch zur Vervollkommenung des Klangbildes auch bei Elektrogitarren.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe bei einem gattungsgemäßen piezoelektrischen Tonabnehmer gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen 2 bis 7 angegeben.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile sind vor allem darin zu sehen, daß der neue piezoelektrische Tonabnehmer bei ausgesprochen schlanker Bauform ausgezeichnete elektrische Eigenschaften (Abschirmwirkung, hohe Übersprechdämpfung, sehr gute Wiedergabe der Saitenfrequenzen) aufweist, die ihn auch dazu geeignet machen, als Signalgeber für ein sogenanntes MIDI zu dienen, wobei die Signalamplituden relativ hoch sind, so daß unter Umständen auf Vor- oder Zwischenverstärker verzichtet werden und das MIDI direkt angesteuert werden kann.

Die Zeitkonstante des Tonabnehmers (Zeitdifferenz zwischen Anschlagen der Saite und Signalübertragung) ist ausgesprochen gering, insofern besteht ein Vorteil gegenüber einem Magnettonabnehmer. Der Tonabnehmer nach der Erfindung ist, wie erwähnt, nicht an ein spezielles Saitenmaterial gebunden.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung, in welcher ein grundsätzliches Ausführungsbeispiel mit drei Ausführungsvarianten gezeigt ist, die Erfindung noch näher erläutert.

Es zeigt in zum Teil schematischer, nicht maßstabsgerechter Darstellung:

Fig. 1 einen piezoelektrischen Tonabnehmer nach der Erfindung in einem Längsschnitt I-I nach Fig. 2, wobei in Fig. 1 das Stegbrettchen und die Decke des Korpus der akustischen Gitarre, in welche der Tonabnehmer eingebaut ist, nicht dargestellt sind;

Fig. 2 den Querschnitt nach der Linie II-II des Tonabnehmers aus Fig. 1, stark vergrößert, wobei die unmittelbar an das Brückenteil des Tonabnehmers angrenzenden Partien des Stegbrettchens im Schnitt angedeutet sind;

Fig. 3 die Einzelheit X aus Fig. 1, d. h., das Hindurchführen eines Plusleiters von unten durch eine Bohrung in der Bodenwand des Brückenteils und der Anschlußelektrode und den Anschluß mit einem Lötstützpunkt;

Fig. 4 die Einzelheit Y aus Fig. 1, d. h. eine Variante zum Anschluß nach Fig. 3, wobei die Anschlußelektrode der Platine nicht durchbohrt ist, sondern nur die Bodenwand des Brückenteils, so daß der Signalleiter seitlich an

den Lötstützpunkt herangeführt ist;

Fig. 5 die Draufsicht auf eine Kontakt- und Abschirmfolie mit einer Trägerfolie aus Kupfer, welche mit einer ersten Lage aus leitfähigem Kleber und einer zweiten Lage aus Isolierstoffolie beschichtet ist;

Fig. 6 das Ummanteln eines einzelnen Piezokörpers für einen piezoelektrischen Sensor mittels der entsprechend abgelängten Kontakt- und Abschirmfolie nach Fig. 5, wobei das oberhalb des Piezokörpers dargestellte Platinenstück in die Ummantelung einbezogen wird, in perspektivischer Darstellung;

Fig. 7 das Endresultat eines einzelnen piezoelektrischen Sensors, entstanden durch die Ummantelung eines Piezokörpers und des aufgelegten Platinenstücks mit einer Kontakt- und Abschirmfolie gemäß dem Prinzip nach Fig. 6, gleichfalls perspektivisch, und

Fig. 8 ebenfalls perspektivisch eine aus mehreren einzelnen Piezokörpern gebildete Mehrfach-Sensoranordnung für einen Tonabnehmer, wobei die Flucht aus mehreren einzelnen Piezokörpern, versehen mit einer gemeinsamen Platine, mit einer entsprechend längeren Kontakt- und Abschirmfolie ummantelt ist.

Der piezoelektrische Tonabnehmer TA nach Fig. 1 einer nicht näher dargestellten akustischen Gitarre mit den Saiten e, a, d, g, h, e' ist in die aus Fig. 2 im Querschnitt erkennbare Aufnahmenut 1 anstelle einer normalen Stegeinlage eingesetzt. Die Aufnahmenut 1 verläuft quer zu den und unterhalb der als Ganzes mit GS bezeichneten Saiten e, a ... und ist in das bei 2 in Fig. 2 angedeutete Stegbrettchen eingearbeitet, insbesondere eingefräst. Die Aufnahmenut weist zwei plan-parallel zueinander verlaufende Nutflanken 1a, 1b und einen dazu rechtwinklig verlaufenden Nutengrund 1c auf, wobei das Stegbrettchen 2 unterhalb des Nutengrundes 1c mit geeigneten Ausnehmungen in Form von Nuten und/oder Bohrungen zum Hindurchführen von abgeschirmten Signalleitungen versehen ist, von denen eine Bohrung bei 3 angedeutet ist. Diese Ausnehmungen im Stegbrettchen setzen sich in der Korpusdecke der Gitarre fort, so daß die Signalleitungen dann zu einer an der Gitarrenzarge befestigten Klinkenbuchse und/oder zu einem Vorverstärker oder einer anderen elektronischen Signalverarbeitungsstufe verlegt werden können.

Entsprechend dem Querschnitt der Aufnahmenut 1 ist das metallische Brückenteil 4, das mit seinem Innenraum ein Gehäuse für mindestens einen piezoelektrischen Sensor S bildet, von etwa U-förmigem Querschnitt (siehe Fig. 2), wobei die beiden zueinander plan-parallel verlaufenden und plan-parallele Begrenzungsflächen 4.1, 4.2 aufweisenden Seitenwände mit 4a und 4b und die die beiden Seitenwände 4a, 4b verbindende Bodenwand mit 4c bezeichnet sind. Weiterhin weist das nach Art einer langgestreckten Wanne ausgebildete Brückenteil 4 Stirnwandpartien 4d und 4e an seinen beiden Enden auf (siehe Fig. 1). Die Brückenteile sind als nach innen gezogene verstärkte Randpartien ausgebildet.

Ein einzelner der aus Fig. 2 ersichtlichen piezoelektrischen Sensoren S ist im Innenraum des Brückenteils 4 zwischen einer bodenseitigen Basisfläche 4.3 des Brückenteils und einem zugehörigen deckseitigen Druckstück 5 gelagert. Der Piezokörper 6 des Sensors S ist ein quaderförmiges Riegeelement von rechteckigem Querschnitt. Allgemein kann es sich dabei um ein prismatisches Riegeelement handeln, dessen Querschnittsfläche nicht nur, wie dargestellt, quadratisch oder rechteckig ist, sondern auch sechseckig, achteckig oder dgl. Wesentlich ist, daß zwei plan-parallel zueinander verlaufende Piezokörperflächen vorhanden sind, eine Grundflä-

che 6.2 und eine gegenüberliegende Deckfläche 6.1. Der Piezokörper 6 ist ein Kristall- bzw. Keramikkörper, z. B. aus Barium- oder Blei-Titanat. Seine Grund- und seine Deckfläche 6.2, 6.1 sind, zur Bildung und unter Bildung von Kontaktflächen mittels sehr dünner Edelmetallauf-lagen 7 jeweils metallisiert. Als Metallisierung werden insbesondere Goldauflagen verwendet. Man kann deshalb die Grundfläche 6.2 und die Deckfläche 6.1 des Piezokörpers 6 auch als untere und obere Kontaktfläche bezeichnen. Eine dieser Kontaktflächen ist, wie noch erläutert wird, mit einer Massepolarität und die andere Kontaktfläche ist mit einer Gegenpolarität, insbesondere einem Pluspotential, von entsprechenden elektrischen Verbindungsleitungen kontaktiert, welche letztere, wie bereits erläutert, zu einer (nicht dargestellten) elektrischen bzw. elektronischen Signalverarbeitungsstufe oder zu einer (gleichfalls nicht dargestellten) Klinkenbuchse an der Gitarrenzarge geführt sind.

Der Piezokörper 6, dessen einander gegenüberliegende plan-parallele Seitenflanken mit 6.3 und 6.4 bezeichnet sind, ist zusammen mit einer an seiner Unterseite angebrachten Platine 8, bestehend aus einem an der unteren Kontaktfläche 6.2 anliegenden Elektrodenstreifen 8.1 aus elektrisch gut leitendem Metall, insbesondere Kupfer, und bestehend aus einer Isolierstoffträgerleiste 8.2 für den Elektrodenstreifen 8.1, in eine Kontakt- und Abschirmfolie 9, insbesondere bestehend aus Kupfer, "eingewickelt" bzw. von dieser Folie 9 ummantelt. Zu der als Ganzes mit M bezeichneten Ummantelung gehören auch Schichten 10 aus leitfähigem Kleber, die an der Innenseite der Kupferfolie 9 angeordnet bzw. an diese aufgetragen sind, und Isolierstoffschichten 11, welche die Seitenflanken des Piezokörpers 6 und die Seitenflanken der Platine 8 zur Innenseite der Kupferfolie 9 hin abdecken bzw. elektrisch isolieren.

Auf jeden Fall hat der piezoelektrische Sensor S trotz seiner Ummantelung M seine im Querschnitt rechteckige Strukturbildung behalten, so daß er mit seinen plan-parallelen Seitenflanken S₃, S₄ mit geringem Spiel von etwa 0,05 bis 0,1 mm in den Innenraum des Brückenteils 4, welcher eine Aufnahmenut für den Sensor S bildet, eingefügt werden kann, wie anhand der Fig. 1, Fig. 2 dargestellt. Das Druckstück 12, welches aus einem zäh-elastischen Kunststoff oder aber auch aus Metall, z. B. Messing, bestehen kann, weist einen im Querschnitt rechteckigen Halsteil 12a mit zueinander plan-parallelen Seitenflanken 12a1 auf und einen im Vergleich zum Halsteil 12a verbreiterten Kopfteil 12b mit den beiden Schultern 12b1, den verbreiterten Seitenflanken 12b2 und der abgeschrägten Deckfläche 12b3. Dieses Druckstück 12 ist, wie es der Pfeil PGs symbolisiert, dem Druck der Saitenspannung der jeweils mit ihm in Eingriff stehenden Gitarrensaite ausgesetzt; es gibt die beim Anschlagen der Saite auf das Druckstück 12 ausgeübten Schwingungskräfte in Richtung des Pfeiles PGs definiert auf den Sensor S weiter, weil S an den Innenseiten 4.1 der Seitenflanken 4a, 4b des Brückenteils 4 mit geringem Spiel präzise in Saitendruckrichtung geführt gelagert ist. Auf diese Weise werden die Saitenschwingungen auf den jeweiligen piezoelektrischen Sensor S kraftschlüssig übertragen, welcher letzterer an der Bodenfläche 4.3 des Brückenteils 4 anliegt. Der Abstand 13 zwischen den Schulterflächen 2b1 des Druckstückkopfes 12b und den Stirnflächen 4.4 der Seitenflanken 4a, 4b des Brückenteils 4 ist so groß, daß die Schultern 12b1 auch bei den größten auftretenden Saitenkräften nicht mit den Stirnflächen 4.4 in Berührung kommen können, so daß also eine Behinderung der Kraftübertragung nicht eintreten

kann. Bei einer praktischen Ausführung beträgt dieser Abstand 13 etwa 0,5 bis 1 mm.

Im einzelnen zeigt Fig. 2, daß die Kupferfolie 9 mit der ersten Kontaktfläche 6.1 des Piezokörpers 6 als Masseelektrode direkt kontaktiert ist. Zu einem sicheren Kontakt trägt daher der leitfähige Kleber 10 bei, welcher ein nicht aushärtender bzw. nicht ausgehärteter Kunstharzkleber mit eingelagerten Partikeln aus leitfähigem Material, insbesondere aus Kupfer, ist, wobei die Größe der Metall- bzw. Kupferpartikel im μ -Bereich liegt. Die Kupferfolie 9 ist um die Gesamtanordnung 6—8.1—8.2 herumgelegt und ist an der Unterseite des Sensors S doppellagig mit der inneren Lage 90 und der äußeren Lage 91 sowie den dazwischen befindlichen Schichten 100 und 101 aus leitfähigem Kleber, und mit der Unterseite der äußeren Kupferfolienlage 91, welche blank ist, ist die Kupferfolie 9 kontaktgebend gegen die Basisfläche 4.3 des Brückenteils 4 gedrückt.

Wie erwähnt, ist die Kupferfolie 9 von der die Gegenpolarität, insbesondere eine Pluspolarität, bildenden zweiten Kontaktfläche 6.2 des Piezokörpers 6 und von dessen piezoelektrisch neutralen Seitenflanken 6.3, 6.4 isoliert, und zwar durch je eine Isolierstoffschicht 11.

Die zweite Kontaktfläche 6.2 ist nun mit dem aus gut leitendem Metall, vorzugsweise ebenfalls Kupfer, bestehenden Elektrodenstreifen 8.1 der Platine 8 direkt kontaktiert, wobei der Elektrodenstreifen 8.1 auf der Isolierstoffträgerleiste 8.2 der Platine 8 appliziert ist und, wie es Fig. 1, 3, 4 und 7, 8 näher zeigen, ein über den Piezokörper hinausragendes Stück 8.1a des Elektrodenstreifens 8.1 bzw. der Platine 8 als Anschlußelektrode für eine Signalleitung der Gegenpolarität dient. Fig. 1, 3 und 4 zeigen, daß an diese Anschlußelektrode 8.1a das blanke Ende 14.1 eines Signalleiters 14 angeschlossen ist, vorzugsweise mittels Weichlötens in Form eines Lötstützpunktes 15 aus Niedrigtemperaturlot, wobei der Isolierstoffmantel des die Gegenpolarität führenden Leiters 14 und 14.2 und sein Abschirmmantel mit 14.3 bezeichnet sind. Das Gegenpotential bzw. die Gegenpolarität ist insbesondere ein Pluspotential, wenn auch grundsätzlich die Gegenpolarität in bezug auf Masse ein Minuspotential aufweisen kann. Im folgenden wird deshalb vereinfachend von Plusleiter und Pluspotential gesprochen, weil dies eine weit verbreitete Ausführung ist.

Man erkennt aus Fig. 1, daß dort jeder einzelnen Gitarrensaiten GS je ein Druckstück 12 und je ein unterhalb der Druckstücke angeordneter Sensor S zugeordnet sind, wobei die Sensoren in axialer Flucht zueinander, aber axial zueinander beabstandet aufeinander folgen. Dabei überdacht jeweils das Druckstück 12 den nicht vom Piezokörper 6 bzw. Sensor S ausgefüllten Anschlußraum 16 der Anschlußelektrode 8.1a und hält den benachbarten Piezokörper 6 bzw. Sensor S mit dessen Druckstück 12 auf Abstand. Das heißt, die einander benachbarten Druckstücke 12 touchieren einander derart, daß sie in Saitendruckrichtung PGs (vgl. Fig. 2) unabhängig voneinander beweglich sind; sie halten im komplett eingesetzten Zustand die unter ihnen befindlichen Sensoren S durch Reibschluß in Position, die dann, wenn die Saitendruckkräfte angreifen, vollständig fixiert sind. Zum Montieren des Tonabnehmers TA genügen zur Platzhaltung die erwähnten Reibschlußkräfte; es wäre indessen auch möglich, eine Lagersicherung der Sensoren S durch einen weich-elastischen, nicht aushärtenden Kunstharzkleber innerhalb des Brückenteils vorzunehmen.

Zum besseren Verständnis des Wickelsinns der Kupferfolie 9 sind in Fig. 2 ihre einzelnen Abschnitte, begin-

nend beim untersten Folienabschnitt 90 im Uhrzeigersinn mit 9.1, 9.2, 9.3 bezeichnet, und der unterste bzw. der äußerste Folienabschnitt, wie erwähnt, mit 91. Die Isolierstoffträgerleiste 8.2 der Platine 8 besteht z. B. aus einem mit Epoxiharz getränkten Glashartgewebe; zwischen ihr und dem Elektrodenstreifen 8.1 (Kupferkaschierung) kann zur Befestigung des Elektrodenstreifens zweckmäßig eine Klebschicht 17 aus aushärtbarem Epoxiharzkleber vorgesehen sein.

Man erkennt aus dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 bis Fig. 3 sowie Fig. 6 und Fig. 7, daß jeder einzelne Piezokörper 6 der Sensoren S mit zugehöriger Platine 8 und zugehörigen Isolierstoffschichten 11 von je einer separaten Kupferfolie 9 ummantelt ist und der Plusleiter 14 je einer separaten abgeschirmten Signalleitung 140 isoliert an die Anschlußelektrode 8.1a der Platine 8 herangeführt und dort angeschlossen ist. Diese Ausführung garantiert eine ausgezeichnete gegenseitige Abschirmung und eine hohe Übersprechdämpfung in einer Größe von mehr als 90 db zwischen einander benachbarten Sensoren S, so daß die Sensorsignale einen derartig kleinen Rausch- und Störspannungspegel und eine derart hohe Nutzamplitude aufweisen, daß man mit diesen Signalen über ein sogenanntes MIDI Synthesizer ansteuern kann. Dies ist in Einzelanordnung (z. B. Fig. 2 kann die Einzelanordnung sein) oder in Mehrfachanordnung der Sensoren S, wie in Fig. 1 dargestellt, möglich. Als zweite Kontaktfläche 6.2 des bzw. der Piezokörper 6 dient gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel deren Unterseite, wobei der isolierte Leiter 14 der Pluspolarität der Signalleitung 140 durch Bohrungen 18 in der Bodenwand 40c des Brückenteils 4 von unten hindurch in den Anschlußraum 16 geführt und mit einem blanken Anschlußende 14.1 an die Anschlußelektrode 8.1a als Stützpunkt angeschlossen, insbesondere angelötet ist, wie bereits ausgeführt. Bei der Variante nach Fig. 3 fluchtet mit der Bohrung 18 in der Bodenwand 4c eine weitere Bohrung 19 in der Anschlußelektrode 8.1a; bei der Ausführungsvariante nach Fig. 4 liegt die Bohrung 18 in der Bodenwand 4c des Brückenteils 4 seitlich versetzt zur Anschlußelektrode 8.1a, so daß der Plusleiter 14 mit seinem blanken Anschlußende 14.1 seitlich abgebogen zu dem Lötstützpunkt 15 herangeführt ist. Bei beiden Lösungsvarianten nach Fig. 3 und Fig. 4 ist der Abschirmmantel 14.3 bis an die Bodenwand 4c herangeführt und zweckmäßigerweise auch ein kleines Stück innerhalb der Bohrung 18 geführt und in dieser Lage unter elektrischer Kontaktgabe mit der Bodenwand 4c fixiert. Die einzelnen Signalleiter bzw. Plussignalleiter 140 sind, wie schematisch dargestellt, zusammengeführt bzw. gebündelt zu einem gemeinsamen Abschirmmantel 20 geführt. Dies kann noch innerhalb einer entsprechenden Ausnehmung des Stegbrettchens oder aber bei Einzelhindurchführung der Signalleiter durch die Korpusdecke innerhalb des Korpus-Innenraums geschehen. Die Masse des Abschirmmantels 20 ist dann mit einer abgebogenen Zunge 21 des Brückenteils 4 an der Lötstelle 22 verlötet. Die Saitendruckkräfte werden am besten auf die Piezokörper 12 bzw. die Sensoren übertragen, wenn — wie in Fig. 1 dargestellt — die Mitte der Druckstücke 12 mit der Mitte der Sensoren S zusammenfällt.

Fig. 5 zeigt, daß die als Kontakt- und Abschirmfolie dienende Kupferfolie 9 eine Trägerfolie ist, welche auf ihrer dem Piezokörper zugewandten Innenseite mit einer elektrisch leitenden Klebschicht 10 versehen ist. Diese Klebschicht 10 ist im noch nicht verarbeiteten Zustand der Trägerfolie 9 durch eine in Streifen 11.1 bis

11.5 unterteilte isolierende Abziehfolie 11 kaschiert. Zur Bildung der Seitenflanken 6.3, 6.4 des Piezokörpers 6 und die Seitenflanken der Platine 8 abdeckenden Isolierstoffschichten 11 verbleiben die entsprechenden Abziehfolienstreifen 11.2 und 11.4 in ihrer Haftposition, wie es auch Fig. 6 verdeutlicht, wogegen die mit der ersten Kontaktfläche 6.1 des Piezokörpers 6 zu kontaktierenden Trägerfolienpartien 9.2 und die über die Platine 8 zu faltenden Streifen der Trägerfolienpartien 90, 101 durch Abziehen der entsprechenden Abziehfolienstreifen 11.3 bzw. 11.1, 11.5 freilegbar sind. Wie es die Schnittlinien 22 in Fig. 5 verdeutlichen, kann man sich bei der Einzelmantelung der Piezokörper 6 entsprechende Abschnitte der "Sandwich"-Folie 9, 10, 11 abschneiden und dann gemäß Fig. 6 um den Piezokristall 6 herumlegen. Wenn man den Piezokristall 6 nach Fig. 6 gemäß Fig. 2 ummantelt hat, kommt man zu der in Fig. 7 perspektivisch dargestellten Sensoranordnung S, wobei jedoch die Sensorposition aus Fig. 6 um die x-Achse um 180° zu drehen ist, damit man in die Position nach Fig. 7 gelangt. Die Kupferfolie 9 mit ihrer leitenden Klebschicht 10 ummantelt den Piezokörper 6 zweckmäßigerweise nicht auf seiner gesamten axialen Länge; an den Enden des Piezokristalls verbleiben kleine nicht ummantelte Überstände 6.5, 6.6, wodurch die Sicherheit gegen Kriechströme vergrößert ist. Nach dem Ummanteln wird durch Ausübung von Druckkräften in Richtung der Pfeile 23 ein sattes Anliegen der Enden 90, 101 der Kupferfolie 9 bewirkt, wobei aber auch beim Ummanteln die übrigen Mantelflächen "angebügelt" werden unter Ausübung entsprechender Andruckkräfte 24. Als "Sandwich"-Folie hat sich eine Folie bewährt, welche aus einer Kupferträgerfolie mit aufgetragenen, leitfähigen, Kupferpartikel enthaltenden hochviskosem Kleber besteht, wobei die Klebschicht durch abziehbare Papierstreifen bzw. abziehbare Plastikfolienstreifen abgedeckt ist.

Dort, wo der piezoelektrische Tonabnehmer nicht zum Ansteuern eines MIDI verwendet werden soll, kann auch ein Sensoraufbau nach Fig. 8 sinnvoll sein. Der hier mit S' bezeichnete Sensor wird gebildet durch einzelne Piezokörper 6, welche — in der Längsachse des Innenraumes des Brückenteils 4 gesehen — mit ihren Stirnflächen 6.5, 6.6 zueinander beabstandet und mit ihren Mantelflächen in Flucht zueinander angeordnet sind. Ihre Mantelflächen sind von einer gemeinsamen Kontakt- und Abschirmfolie 9 ummantelt. Die Kontaktierung erfolgt sinngemäß zu der Einzelmantelung eines Piezokörpers 6 nach Fig. 7, d. h., die ersten Kontaktflächen 6.1 der Piezokörper 6 sind von einer ersten, allen Piezokörpern 6 gemeinsamen inneren Streifenfläche der Kupferfolie 9 kontaktiert. Die zweiten Kontaktflächen 6.2 der Piezokörper 6 sind dagegen von einem durchgehenden Elektrodenstreifen 8.1 einer Platine 8 kontaktiert, welcher mit ihrer Isolierstoffträgerleiste 8.2 und ihrem Elektrodenstreifen 8.1 allen Piezokörpern 6 gemeinsam ist. Die Kupferfolie 9 erstreckt sich im wesentlichen über die gesamte Länge der axialen Flucht der Piezokörper 6 und schaut an wenigstens einem Ende mit einem Anschlußelektroden-Stück 8.1a aus der Ummantelung M' der Kupferfolie 9 hervor. Die Isolierstoffschichten 11 befinden sich wieder zwischen den Seitenflanken des jeweiligen Piezokörpers 6 und der Platine 8 einerseits sowie der anliegenden Innenseite der Kupferfolie 9 andererseits. Sie erstrecken sich ebenfalls durchgehend im wesentlichen über die gesamte Länge der axialen Flucht der Piezokörper 6. Auf diese Weise ist lediglich ein gemeinsamer Pluss-

gnalleiter anstelle der in Fig. 1 dargestellten sechs Signalleiter erforderlich. — Günstige Werte für die Abmessungen und insbesondere Wandstärken des Sensors S und seiner Ummantelung M sowie auch der übrigen Teile des Tonabnehmers kann man aus Fig. 2 entnehmen, wenn man den dort verwendeten Vergrößerungsmaßstab von etwa 45 : 1 beachtet. Diese Abmessungen sind natürlich nur Richtwerte.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen